

PATENTS

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Francis BRIAND et al.

Serial No. (unknown)

Filed herewith

LASER/ARC HYBRID WELDING PROCESS  
WITH APPROPRIATE GAS MIXTURE

**CLAIM FOR FOREIGN PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Assistant Commissioner for Patents

Washington, D.C. 20231

Sir:

Attached hereto is a certified copy of applicants' corresponding patent application filed in France under 0007013, on May 31, 2000.

Applicants herewith claim the benefit of the priority filing date of the above-identified application for the above-entitled U.S. application under the provisions of 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

By

*Benoît Castel*

Benoît Castel  
Attorney for Applicant  
Customer No. 000466  
Registration No. 35,041  
745 South 23rd Street  
Arlington, VA 22202  
703/521-2297

May 31, 2001

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



INPI  
JAN 986 I.I.S. PTO  
09/870014  
05/31/01

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **28 FEV. 2001**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets



Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30  
<http://www.inpi.fr>

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>31 MAI 2000</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0007013</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>31 MAI 2000</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  <b>L'AIR LIQUIDE</b> DSPI - Service Brevets & Marques 75, Quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07 - France	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) S.5405 OP/MM			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date ____/____/____ N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> PROCEDE DE SOUDAGE HYBRIDE LASER-ARC AVEC MELANGE GAZEUX APPROPRIE			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 9 . 6 . 2 . 8 . 1	
Code APE-NAF		2 . 4 . 1 . A	
Adresse	Rue	75 quai d'Orsay	
	Code postal et ville	75321	PARIS CEDEX 07
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		01 40 62 54 49	
N° de télécopie (facultatif)		01 40 62 56 95	
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PIÈCES DATE <b>31 MAI 2000</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0007013</b>		Réservé à l'INPI	
<b>V s références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i>		S. 5405 OP/MM	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		PITTIS	
Prénom		Olivier	
Cabinet ou Société		L'AIR LIQUIDE, SA	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		422 5/5.017	
Adresse	Rue	75 quai d'Orsay	
	Code postal et ville	75321	PARIS CEDEX 07
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 40 62 54 49	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 40 62 56 95	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)   olivier PITTIS		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  	

DÉPARTEMENT DES BREVETS


26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..  
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)		S.5405, OP/MM	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		0007013	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)			
PROCÉDE DE SOUDAGE HYBRIDE LASER-ARC AVEC MÉLANGE GAZEUX APPROPRIÉE			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE 75 quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07 France			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
<b>Nom</b>		BRIAND	
<b>Prénoms</b>		Francis	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	62 rue Saint Lazare	
	<b>Code postal et ville</b>	75009	PARIS
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>Nom</b>		BONNET	
<b>Prénoms</b>		Christian	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	32 rue de la Mare	
	<b>Code postal et ville</b>	95650	PUISEUX-PONTOISE
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>Nom</b>		LEFEBVRE	
<b>Prénoms</b>		Philippe	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	7 rue Waldek Rousseau	
	<b>Code postal et ville</b>	95310	SAINT OUEEN L'AUMONE
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>			
31 mai 2000  Olivier PITTIS			

# DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDEICATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
1.5 - 17				6/9/00	EDS - 12 SEP. 2000

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).



La présente invention concerne un procédé et une installation  
5 hybrides de soudage combinant un faisceau laser et un arc électrique, en particulier un arc plasma, utilisant des mélanges gazeux particuliers en tant que gaz d'assistance du faisceau laser et/ou de l'arc électrique, et son application au soudage de tubes ou de flancs raboutés (tailored blanks).

La technologie du laser est connue et largement utilisée depuis des  
10 années pour souder des matériaux métalliques divers, telles des pièces en aciers alliés ou non, en aciers revêtus, en aciers inoxydables, en aluminium et alliages d'aluminium, ou encore des tubes en métaux divers.

D'une façon générale, une installation de soudage laser de soudage  
de tube comprend, outre les moyens d'amenée et de maintien du tube, un  
15 oscillateur laser solide ou à gaz produisant un faisceau monochromatique cohérent de haute énergie, un chemin optique équipé de miroirs de renvoi ou bien une fibre optique permettant d'amener le faisceau laser vers une tête de soudage située en regard du tube à souder.

La tête de soudage comprend classiquement une lentille ou un ou  
20 plusieurs miroirs de focalisation de façon à focaliser le faisceau laser en un ou plusieurs points de focalisation dans l'épaisseur du matériau à souder et au niveau du plan de joint obtenu par réunion bord-à-bord soit des bords longitudinaux de la feuille métallique à souder en forme de tube (formage en "O") dans le cas de la fabrication d'un tube, soit des bords des pièces à  
25 assembler l'une à l'autre dans le cas du soudage de plusieurs pièces métalliques l'une avec l'autre, par exemple des flancs raboutés, de façon à concentrer localement suffisamment de densité de puissance pour fondre le matériau à souder.

Habituellement, la tête de soudage comprend un dispositif d'amené  
30 de gaz permettant l'alimentation en gaz de soudage, encore appelé gaz

d'assistance, par l'intermédiaire d'une buse de distribution de gaz placée coaxialement au faisceau laser. Ce dispositif d'amené de gaz peut être aussi extérieur à la tête de soudage laser proprement dite.

5 Une solution alternative consiste à réaliser la fusion des bords à unir au niveau du plan de joint au moyen d'un ou plusieurs arcs électriques et en utilisant du gaz soit en tant que gaz de protection, soit en tant que gaz actif.

De tels procédés de soudage sont également couramment utilisés dans l'industrie ; selon le cas, il s'agit des procédés TIG (Tungsten Inert Gas), MIG (Metal Inert Gas), MAG (Metal Active Gas) ou encore des  
10 procédés à l'arc plasma ou encore à l'arc submergé.

De tels procédés de soudage sont décrits notamment par les documents suivants : EP-A-847831, US-A-4,673,121, EP-A-136276, JP-A-58148096, JP-A-03198998, JP-A-03198997, EP-A-896853, US-A-5,192,016, US-A-4,738,714, EP-A-899052, JP-A-58107294, EP-A-234623, US-A-  
15 1,872,008, US-A-4,396,820, US-A-3,13,284, US-A-4,811,888 et US-A-3,931,489.

Toutefois, les procédés de soudage par laser ou les procédés de soudage à l'arc présentent chacun des inconvénients qui leurs sont propres et qui peuvent ou non varier selon que l'on soude un tube ou des flancs  
20 raboutés ou d'autres pièces métalliques.

Par exemple, dans le cas de la fabrication d'un tube, le processus de fabrication comporte, en général, une phase de formation d'un pré-tube à partir d'une bande métallique rectangulaire ou feuillard, suivie d'une phase de soudage du pré-tube en un tube soudé.

25 Selon une première technique, le soudage est réalisé axialement, c'est-à-dire que la bande métallique est successivement mise en forme de U puis de O par rapprochement de ses deux bords longitudinaux parallèles de manière à obtenir un pré-tube non soudé, et on opère ensuite un soudage longitudinal ou axial des deux bords à rabouter du pré-tube avec ou sans

chanfrein pour obtenir un tube soudé axialement, comme schématisé sur la figure 5.

Selon une deuxième technique, le soudage peut être hélicoïdal ou en spirale. Dans ce cas, la bande métallique est d'abord soumise à une torsion selon un mouvement en spirale de manière à obtenir un rapprochement ou raboutage des deux bords longitudinaux de ladite bande selon un plan de joint ayant une forme de spirale ou d'hélice de manière à former, là encore, un pré-tube non soudé, ce pré-tube étant alors soumis à un soudage hélicoïdal de manière à assembler lesdits deux bords pour obtenir un tube soudé.

Bien entendu, dans tous les cas, le pré-tube et la tête de soudage sont animés d'un mouvement de déplacement relatif l'un par rapport à l'autre, c'est-à-dire soit le tube est fixe et la tête de soudage se déplace, soit l'inverse.

La phase de soudage peut se faire en une ou plusieurs passes et par mise en œuvre d'un ou plusieurs procédés de soudage suivant le diamètre et l'épaisseur du pré-tube à souder.

Ces opérations sont effectuées à grande vitesse et il est important d'utiliser des procédés de soudage qui permettent d'avoir la pénétration désirée sans ralentir le processus de formage, c'est-à-dire aussi une vitesse minimale désirée permettant de conserver une productivité maximale ou, en tout cas, la plus élevée possible.

Dans les lignes de fabrication industrielles de tubes, on utilise très souvent le processus de soudage multi-cathodes qui met en œuvre, en général, plusieurs arcs électriques TIG ou plasma alignés dans le plan de joint à souder.

Parfois, on utilise également le soudage par laser pour souder les tubes. En effet, par rapport au procédé multi-cathodes, l'utilisation d'un laser permet d'augmenter les vitesses mais au détriment d'une précision accrue qui impose alors un alignement beaucoup plus précis des bords à souder

ainsi qu'un contrôle précis du jeu entre les bords à souder, ce qui est fort coûteux sur le plan des outillages à mettre en œuvre.

Par analogie, dans le cas du soudage de flancs raboutés, tels ceux destinés à l'industrie automobile, il faut assembler entre elles deux tôles ou  
5 pièces, en général en acier, en acier galvanisé ou en aluminium, d'épaisseurs différentes et/ou de nuances différentes.

Suivant les méthodes et les préparations de soudage utilisées, le joint à souder se caractérise souvent par une différence de niveau entre les plans supérieurs de chacune des pièces à souder conduisant ainsi à la génération  
10 d'une "marche", comme montré sur la figure 1. Néanmoins, on peut également rencontrer la situation inverse, à savoir des joints de type flancs raboutés dont les plans supérieurs sont alignés mais dont les plans inférieurs ne sont pas de même niveau et où donc la « marche » est située à l'envers du joint à souder comme visible sur la figure 2. En outre, existe  
15 aussi le cas de pièces à souder ensemble qui sont de même épaisseur mais de nuances différentes l'une de l'autre.

On trouve fréquemment ce genre de soudures (Fig. 1 ou Fig. 2) dans l'industrie automobile où les pièces, une fois soudées, sont embouties pour leur donner leurs formes finales, par exemple, les différentes pièces qui  
20 entrent dans la fabrication d'une carrosserie de voiture et par exemple les portières, le toit, le capot ou le coffre. On peut aussi en trouver dans les éléments de structure de l'habitacle.

Afin d'améliorer les procédés connus de soudage de tubes ou de flancs raboutés, il a été proposé d'opérer un soudage des bords à unir l'un  
25 avec l'autre, par mise en œuvre d'un procédé de soudage hybride combinant arc électrique et faisceau laser, en particulier arc plasma et faisceau laser.

Outre, les applications susmentionnées, un procédé de soudage hybride est également bien adapté au soudage de nombreux autres types de joints et peut, dès lors, être aussi utilisé pour, par exemple, le soudage  
30 d'angle schématisé sur la figure 3 et le soudage à clin montré sur la figure 4.

Divers procédés de soudage hybrides arc et laser ont été décrits notamment dans les documents EP-A-793558 ; EP-A-782489 ; EP-A-800434 ; US-A-5,006,688 ; US-A-5,700,989 ; EP-A-844042 ; *Laser GTA Welding of aluminium alloy 5052*, TP Diebold et CE Albright, 1984, p. 18-24 ; SU-A-1815085, US-A-4,689,466 ; *Plasma arc augmented laser welding*, RP Walduck et J. Biffin, p.172-176, 1994; ou *TIG or MIG arc augmented laser welding of thick mild steel plate*, *Joining and Materials*, de J Matsuda et al., p. 31-34, 1988.

De façon générale, un procédé de soudage plasma-laser, ou plus généralement laser-arc, est un procédé de soudage hybride ou mixte qui associe le soudage à l'arc électrique à un faisceau laser.

Le procédé arc-laser consiste à générer un arc électrique entre une électrode, fusible ou non fusible, et la pièce à souder, et à focaliser un faisceau laser de puissance, notamment un laser de type YAG ou de type CO<sub>2</sub>, dans la zone d'arc, c'est-à-dire au niveau ou dans le plan de joint obtenu par réunion bord-à-bord des parties du pré-tube à souder entre elles.

Un tel procédé hybride permet d'améliorer considérablement les vitesses de soudage par rapport au soudage laser seul ou au soudage à l'arc ou au plasma seul, et permet, en outre, d'accroître notablement les tolérances de positionnement des bords avant soudage ainsi que le jeu toléré entre les bords à souder, en particulier par rapport au soudage par faisceau laser seul qui exige une précision importante de positionnement des parties à souder à cause de la petite taille du point focal du faisceau laser.

La mise en œuvre d'un procédé plasma-laser, et plus généralement d'un procédé arc-laser, requiert l'utilisation d'une tête de soudage qui permet de combiner dans un espace réduit le faisceau laser et son dispositif de focalisation, ainsi qu'une électrode de soudage adaptée.

Plusieurs configurations de têtes sont décrites dans les documents ci-dessus mentionnés et l'on peut dire, en résumé, que le faisceau laser et l'arc

électrique ou le jet de plasma peuvent être délivrés par une seule et même tête de soudage, c'est-à-dire qu'ils sortent par le même orifice, ou alors par deux têtes de soudage distinctes, l'une délivrant le faisceau laser et l'autre l'arc électrique ou le jet de plasma, ceux-ci se réunissant dans la zone de soudage.

Les procédés hybrides arc-laser sont réputés parfaitement adaptés au soudage des flancs raboutés (ou tailored blanks) pour l'industrie automobile, car ils permettent d'obtenir un cordon de soudure bien mouillé et exempt de caniveaux, comme le rappelle les documents EP-A-782489 ou *Laser plus arc equals power, Industrial Laser Solutions*, February 1999, p.28-30.

De façon générale, lors de la réalisation du joint de soudure, il est indispensable d'utiliser un gaz d'assistance pour assister le faisceau laser et protéger la zone de soudage des agressions extérieures et un gaz pour l'arc électrique, en particulier un gaz plasmagène servant à créer le jet de plasma d'arc, dans le cas d'un procédé arc-plasma.

Toutefois, il a été observé, en pratique, que les résultats, c'est-à-dire la qualité de la soudure obtenue, pouvaient varier considérablement en fonction des gaz utilisés en tant que gaz d'assistance du faisceau laser et gaz plasmagène.

De plus, en raison d'incompatibilités possibles entre le gaz et les pièces à souder par le procédé hybride, on ne peut pas utiliser n'importe quel gaz et n'importe comment, notamment il est habituellement recommandé de ne pas souder de l'aluminium avec un gaz contenant du CO<sub>2</sub> ou de l'O<sub>2</sub> dans la mesure où ces composés engendrent d'importantes diminution des propriétés mécaniques de la soudure obtenue, c'est-à-dire accroissent les risques de rupture de celle-ci.

De façon analogue, il est connu que l'oxygène et le dioxyde de carbone ne doivent pas être mis en contact directe avec l'électrode en tungstène servant à générer l'arc électrique pour ne pas la détériorer.

En outre, utiliser un gaz à base de  $\text{CO}_2$  avec un laser de type  $\text{CO}_2$  n'est pas souhaitable car le  $\text{CO}_2$  risque d'absorber l'énergie du faisceau laser.

5 A l'inverse, la présence d'oxygène peut être bénéfique au soudage de certains matériaux tels les aciers. En effet, malgré la présence du plasma de soudage laser ou des vapeurs métalliques présentes dans la zone d'interaction qui vont naturellement être un lieu de fixation ou de confinement de l'arc électrique, il peut s'avérer nécessaire de stabiliser davantage l'arc électrique, notamment en injectant un peu d'oxygène dans la  
10 zone d'interaction, de manière à créer à la surface du bain des oxydes sur lesquels l'arc électrique viendra s'accrocher.

Partant de ces constatations, le but de l'invention est alors de proposer un procédé de soudage hybride amélioré permettant de souder efficacement des pièces en différents matériaux et utilisant différents gaz ou  
15 mélanges gazeux mis en œuvre de manière judicieuse pour éviter les problèmes d'incompatibilité susmentionné et pouvoir ainsi obtenir des soudures de qualité.

L'invention concerne alors un procédé de soudage hybride d'une ou plusieurs pièces métalliques à assembler par réalisation d'au moins un joint  
20 de soudure entre les bords à souder portés par la ou lesdites pièces métalliques, ledit joint de soudure étant obtenu par mise en œuvre d'au moins un faisceau laser et d'au moins un arc électrique, dans lequel, pendant le soudage du joint, on protège au moins une partie de la zone de soudage comprenant au moins une partie dudit joint de soudure en cours de  
25 réalisation avec au moins une atmosphère protectrice formée par un mélange gazeux constitué :

- d'argon et/ou d'hélium en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume, et

- d'au moins un composé additionnel choisi parmi  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  et  $\text{N}_2$  en  
30 une teneur de 0 à 30% en volume.

Selon le cas, le procédé de soudage de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

5 - la teneur en au moins un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$  est non nulle et inférieure ou égale à 20% en volume, de préférence non nulle et inférieure ou égale à 15% en volume.

10 - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'argon en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et d'au moins un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$  en une teneur de 0.1 à 30% en volume, de préférence un mélange gazeux constitué d'argon en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et de 0.1 à 30% en volume d'un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ .

15 - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'argon en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et de 0.1 à 30% en volume de plusieurs composés additionnels choisis parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ , de préférence un mélange d'argon, de  $O_2$  et de  $CO_2$ .

20 - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'hélium en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et d'au moins un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$  en une teneur de 0.1 à 30% en volume, de préférence un mélange gazeux constitué d'hélium en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et de 0.1 à 30% en volume d'un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ .

25 - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'hélium en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et de 0.1 à 30% en volume de plusieurs composés additionnels choisis parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ , de préférence un mélange d'hélium, de  $O_2$  et de  $CO_2$  et contenant en outre éventuellement  $H_2$ .

30 - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium et d'argon et de 0.1 à 30% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ , de préférence un mélange gazeux constitué de 0,1% à 69,9% en volume



d'hélium, de 0,1% à 69,9% en volume d'argon et de 0,1 à 30 % en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ , la somme des teneurs en argon et en hélium étant au moins 70% du volume total du mélange.

5           - la ou les pièces à souder sont en un métal ou un alliage métallique choisi parmi les aciers revêtus ou non-revêtus, en particulier les aciers d'assemblage, les aciers HLES, les aciers au carbone, les aciers comportant en surface une couche d'alliage de zinc, les aciers inoxydables, les aluminium ou alliages d'aluminium, les aciers à hautes limites élastiques.

10           - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1 à 30% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$  et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier, notamment en acier au carbone.

15           - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium, de 0.1 à 30% en volume d'hydrogène et de 0 à 29.9% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$  et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable.

20           - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 90% en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 10% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en aluminium, de préférence au moins 96 % en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 4% en volume d'au moins un  
25 composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$

              - l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 85% en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 15% en volume de  $H_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable, de préférence d'au moins 90% en volume d'hélium ou d'argon et  
30 de 0.1 à 10% en volume de  $H_2$ .

- l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1 à 30% en volume de  $N_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier, de préférence d'au moins 80% en volume d'hélium et/ou d'argon et le reste étant  $N_2$ .

- l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 85% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1 à 15% en volume de  $H_2$  et de  $CO_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable.

- le faisceau laser est émis par un laser de type Nd:YAG ou  $CO_2$ .

- l'arc électrique est un arc-plasma.

- l'arc électrique est délivrée par une torche à arc-plasma, de préférence le faisceau laser et ledit arc sont délivrés par une tête de soudage unique.

- l'électrode est fusible ou non-fusible.

L'invention concerne aussi l'utilisation du procédé de soudage ci-avant pour souder au moins un flanc rabouté destiné à constituer au moins une partie d'un élément de carrosserie de véhicule.

L'invention concerne, par ailleurs, l'utilisation du procédé de soudage ci-avant pour assembler par soudage des pièces métalliques ayant des épaisseurs différentes, en particulier des flancs raboutés.

Selon un autre aspect, l'invention porte aussi sur l'utilisation du procédé de soudage ci-avant pour assembler par soudage des pièces métalliques ayant des épaisseurs égales ou différentes et ayant des compositions métallurgiques ou des nuances métallurgiques différentes, en particulier des flancs raboutés.

Selon encore un autre aspect, l'invention porte aussi sur l'utilisation du procédé de soudage ci-avant pour assembler par soudage les deux bords longitudinaux d'un tube.

Compte tenu des géométries possibles de têtes de soudage, des procédés hybrides selon l'invention et des différents moyens d'amener les gaz ou les mélanges gazeux, les mélanges gazeux selon l'invention et dont il sera question ci-après sont ceux que l'on obtient dans la zone d'interaction 5 entre la ou les tôles à souder et le laser et l'arc, indépendamment de la manière dont on a pu les créer.

Dans les exemples ci-après sont donnés plusieurs types de mélanges gazeux pouvant être utilisés pour souder différents matériaux selon la présente invention.

10

### Exemples

#### Soudage hybride laser/arc électrique avec électrode non fusible

Mélange gazeux	Teneurs (% en vol.)	Matériau soudé
Ar + He + H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> : < 10 Ar + He : le reste	Aciers inoxydables
Ar + H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> : < 10 Ar : le reste	Aciers inoxydables
He + H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> : < 10 He : le reste	Aciers inoxydables
Ar + He + CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> : < 2 Ar + He : le reste	Aciers inoxydables
Ar + CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> : < 2 Ar : le reste	Aluminium
Ar + O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> : < 2 Ar : le reste	Aluminium
He + CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> : < 2 He : le reste	Aluminium
Ar + N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> : < 20 Ar : le reste	Aciers (tout type)
He + N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> : < 20 He : le reste	Aciers (tout type)
Ar + He + N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> : < 20 He + Ar : le reste	Aciers (tout type)

Soudage hybride laser/arc électrique avec fil fusible

Mélange gazeux	Teneurs (% en vol.)	Matériau soudé
Ar + He + CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> : < 15 Ar + He : le reste	Aciers carbone
Ar + He + O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> : < 5 Ar + He : le reste	Aciers carbone
Ar + CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> : < 15 Ar : le reste	Aciers carbone
Ar + O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> : < 7 Ar : le reste	Aciers carbone
He + CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> : < 15 He : le reste	Aciers carbone
He + O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> : < 7 He : le reste	Aciers carbone
Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> : < 5 CO <sub>2</sub> : < 10 Ar : le reste	Aciers carbone
He + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> : < 5 CO <sub>2</sub> : < 10 He : le reste	Aciers carbone
Ar + He + CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> : < 2 CO <sub>2</sub> : < 2 Ar : le reste	Aciers inoxydables
Ar + CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> : < 2 Ar : le reste	Aluminium Aciers inoxydables
Ar + O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> : < 2 Ar : le reste	Aluminium Aciers inoxydables
He + CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> : < 2 He : le reste	Aluminium Aciers inoxydables
He + O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> : < 2 He : le reste	Aluminium Aciers inoxydables

### Revendications

1. Procédé de soudage d'une ou plusieurs pièces métalliques à  
5 assembler par réalisation d'au moins un joint de soudure entre les bords à  
souder portés par la ou lesdites pièces métalliques, ledit joint de soudure  
étant obtenu par mise en œuvre d'au moins un faisceau laser et d'au moins  
un arc électrique, dans lequel, pendant le soudage du joint, on protège au  
10 moins une partie de la zone de soudage comprenant au moins une partie  
dudit joint de soudure en cours de réalisation avec au moins une  
atmosphère protectrice formée par un mélange gazeux constitué :

- d'argon et/ou d'hélium en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume, et
- d'au moins un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$  en  
15 une teneur de 0 à 30% en volume.

2. Procédé de soudage selon la revendication 1, caractérisé en ce  
que la teneur en au moins un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$   
et  $N_2$  est non nulle et inférieure ou égale à 20% en volume, de préférence  
20 non nulle et inférieure ou égale à 15% en volume.

3. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 ou 2,  
caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange  
gazeux constitué d'argon en une teneur supérieure ou égale à 70% en  
25 volume et d'au moins un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$   
en une teneur de 0.1 à 30% en volume, de préférence un mélange gazeux  
constitué d'argon en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et de  
0.1 à 30% en volume d'un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  
 $N_2$ .

4. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'argon en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et de 0.1 à 30% en volume de plusieurs composés additionnels  
5 choisis parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ , de préférence un mélange d'argon, de  $O_2$  et de  $CO_2$ .

5. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange  
10 gazeux constitué d'hélium en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et d'au moins un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$  en une teneur de 0.1 à 30% en volume, de préférence un mélange gazeux constitué d'hélium en une teneur supérieure ou égale à 70% en volume et de 0.1 à 30% en volume d'un composé additionnel choisi parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$   
15 et  $N_2$ .

6. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1, 2 ou 5, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'hélium en une teneur supérieure ou égale à 70% en  
20 volume et de 0.1 à 30% en volume de plusieurs composés additionnels choisis parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ , de préférence un mélange d'hélium, de  $O_2$  et de  $CO_2$  et contenant en outre éventuellement  $H_2$ .

7. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 6,  
25 caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium et d'argon et de 0.1 à 30% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ , de préférence un mélange gazeux constitué de 0,1% à 69,9% en volume d'hélium, de 0,1% à 69,9% en volume d'argon et de 0,1 à 30 % en  
30 volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  et  $N_2$ .

la somme des teneurs en argon et en hélium étant au moins 70% du volume total du mélange.

7. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la ou les pièces à souder sont en un métal ou un alliage métallique choisi parmi les aciers revêtus ou non-revêtus, en particulier les aciers d'assemblage, les aciers HLES, les aciers au carbone, les aciers comportant en surface une couche d'alliage de zinc, les aciers inoxydables, les aluminium ou alliages d'aluminium, les aciers à hautes limites élastiques.

8. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1 à 30% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$  et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier, notamment en acier au carbone.

9. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium, de 0.1 à 30% en volume d'hydrogène et de 0 à 29.9% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$  et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable.

25

10. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 90% en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 10% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en aluminium, de préférence au

30

moins 96 % en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 4% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$

11. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 85% en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 15% en volume de  $H_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable, de préférence d'au moins 90% en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 10% en volume de  $H_2$ .

10

12. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1 à 30% en volume de  $N_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier, de préférence d'au moins 80% en volume d'hélium et/ou d'argon et le reste étant  $N_2$ .

15

13. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 85% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1 à 15% en volume de  $H_2$  et de  $CO_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable.

20

14. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le faisceau laser est émis par un laser de type Nd:YAG ou  $CO_2$  et/ou en ce que l'arc électrique est un arc-plasma.

25

15 Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que l'arc électrique est délivrée par une torche à arc-



plasma, de préférence le faisceau laser et ledit arc sont délivrés par une tête de soudage unique.

16 Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 15,  
5 caractérisé en ce que l'électrode est fusible ou non-fusible.

17. Utilisation d'un procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 16 pour souder au moins un flanc rabouté destiné à constituer au moins une partie d'un élément de carrosserie de véhicule.

10

18. Utilisation d'un procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 16 pour assembler par soudage des pièces métalliques ayant des épaisseurs différentes, en particulier des flancs raboutés.

15

19. Utilisation d'un procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 16 pour assembler par soudage des pièces métalliques ayant des épaisseurs égales ou différentes et ayant des compositions métallurgiques ou des nuances métallurgiques différentes, en particulier des flancs raboutés.

20

20. Utilisation d'un procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 16 pour assembler par soudage les deux bords longitudinaux d'un tube.

25

la somme des teneurs en argon et en hélium étant au moins 70% du volume total du mélange.

8. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 7,  
5 caractérisé en ce que la ou les pièces à souder sont en un métal ou un alliage métallique choisi parmi les aciers revêtus ou non-revêtus, en particulier les aciers d'assemblage, les aciers HLES, les aciers au carbone, les aciers comportant en surface une couche d'alliage de zinc, les aciers inoxydables, les aluminium ou alliages d'aluminium, les aciers à hautes  
10 limites élastiques.

9. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1  
15 à 30% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$  et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier, notamment en acier au carbone.

10. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 8,  
20 caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium, de 0.1 à 30% en volume d'hydrogène et de 0 à 29.9% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$  et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable.

25

11. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 90% en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 10% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$ ,  
30 et en ce que la ou les pièces à souder sont en aluminium, de préférence au

moins 96 % en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 4% en volume d'au moins un composé additionnel choisis parmi  $O_2$  et  $CO_2$

12. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 85% en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 15% en volume de  $H_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable, de préférence d'au moins 90% en volume d'hélium ou d'argon et de 0.1 à 10% en volume de  $H_2$ .

10

13. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 70% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1 à 30% en volume de  $N_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier, de préférence d'au moins 80% en volume d'hélium et/ou d'argon et le reste étant  $N_2$ .

15

14. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'atmosphère protectrice est formée par un mélange gazeux constitué d'au moins 85% en volume d'hélium et/ou d'argon et de 0.1 à 15% en volume de  $H_2$  et de  $CO_2$ , et en ce que la ou les pièces à souder sont en acier inoxydable.

20

15. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le faisceau laser est émis par un laser de type Nd:YAG ou  $CO_2$  et/ou en ce que l'arc électrique est un arc-plasma.

25

16. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que l'arc électrique est délivrée par une torche à arc-

plasma, de préférence le faisceau laser et ledit arc sont délivrés par une tête de soudage unique.

17. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 16,  
5 caractérisé en ce que l'électrode est fusible ou non-fusible.

18. Utilisation d'un procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 17 pour souder au moins un flanc rabouté destiné à constituer au moins une partie d'un élément de carrosserie de véhicule.

10

19. Utilisation d'un procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 17 pour assembler par soudage des pièces métalliques ayant des épaisseurs différentes, en particulier des flancs raboutés.

15

20. Utilisation d'un procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 17 pour assembler par soudage des pièces métalliques ayant des épaisseurs égales ou différentes et ayant des compositions métallurgiques ou des nuances métallurgiques différentes, en particulier des flancs raboutés.

20

21. Utilisation d'un procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 17 pour assembler par soudage les deux bords longitudinaux d'un tube.

25



Fig 1



Fig 2

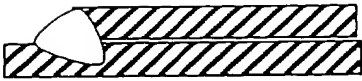


Fig 4

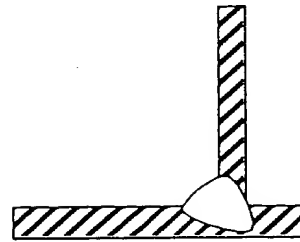
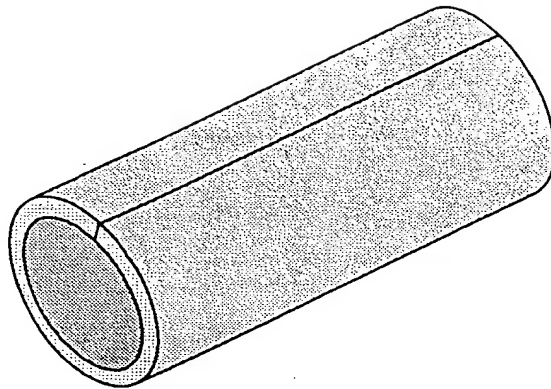


Fig 3



**FIGURE 5**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**DOCUMENT FILED BY:**  
**YOUNG & THOMPSON**  
745 SOUTH 23RD STREET  
ARLINGTON, VIRGINIA 22202  
Telephone 703/521-2297